

КОМБІНОВАНЕ НАВЧАННЯ АЛГОРИТМА РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ СИГНАЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ QRS-КОМПЛЕКСІВ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ

Шуляк А.П., Лагутін В.В.

*¹⁾ Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
01030 Україна, Київ, вул. Леонтовича 6 А, кв. 26,*

Низка досліджень щодо підвищення достовірності розпізнавання медико-біологічних сигналів для підвищення якості діагностики пацієнтів підтвердила, що для певних випадків вирішення питання стає результативним за рахунок відбору інформативних ознак сигналів на основі врахування конфігурації їх імовірнісних розподілів в просторі ознак [1]. З подібних міркувань в даній роботі ураховуються конфігурації розподілів навчальних множин сигналів за допомогою їх розбиття на кластери [2]. Для розкриття суті підходу як приклад взяте завдання розпізнавання двох типів QRS-комплексів електрокардіограми – N і A [3]. Середовище реалізації – MatLab. Під комбінованим тут як раз і розуміється навчання алгоритму розпізнавання сигналів, яке використовує комбінацію двох видів розбиття сукупності реалізацій сигналів навчальної вибірки. Одне – поділ на класи відповідно до традиційної медичної класифікації в діагностиці пацієнтів для різних станів і захворювань. Друге – внутрішній поділ цих класів на підмножини за використанням критерієм однорідності реалізацій сигналів, які до них відбираються. Другий, рівень розкладання множин навчальної вибірки вводиться для більш детального урахування особливостей дислокації зображуючих сигнали точок в просторі ознак для різних класів в конкретних умовах. Тому при формуванні кластерів не допускається їх вихід за межі множин точок класів, їх перетин між собою; всі точки класів охоплюються кластерами.

Мета роботи – перевірка наявності та розкриття резервів у підвищенні результативності розпізнавання сигналів за рахунок додаткового розбиття навчальних вибірок класів, що традиційно розпізнаються, на більш дрібні підмножини і надання варіанта реалізації такого підходу у вигляді алгоритму навчання взятої для прикладу процедури, яка розпізнає вхідні сигнали. Схема навчання з учителем, який тут надає для ознайомлення вибірки сигналів розглянутих класів, комбінується зі схемою самонавчання для з'ясування і врахування їх розподілу в просторі ознак для цих класів.

Під час групування реалізацій сигналів в кластери як показник їх однорідності використовується той же показник, що і при прийнятті рішень про їх належність першому або другому класу. Ним є показник

подібності сигналів у вигляді їх скалярного добутку. Самі сигнали попередньо перетворюються до характеристики їх форми: усувається їх постійна складова, проводиться масштабування [1]. Сигнали розглядаються у вигляді послідовностей відліків на рівномірній сітці часу. Сенс такої характеристики форми сигналів є досить інформативним і зручним у використанні. Перетворені відліки сигналу набувають значення косинусів напрямних кутів векторів, що зображують сигнали у відповідному просторі ознак. Скалярний добуток таких характеристик двох сигналів стає зручним показником близькості їх форми з числовими значеннями в межах відрізка $[-1; 1]$ і їх геометричною інтерпретацією у вигляді кута неузгодженості орієнтації зображуючих одиничних векторів та простим приведенням показника до меж $[0; 1]$ з метою використання в алгоритмах в якості вагових коефіцієнтів.

Прийняття рішень алгоритмом розпізнавання сигналів здійснюється в даному випадку двоступенево. Перевіряється приналежність аналізованої реалізації сигналу до кожного з можливих кластерів розглянутих класів та визначається кластер, що представляє інтерес. Потім по кластеру знаходиться клас. Рішення приймаються за подібністю поточної реалізації з характерними елементами кластерів з використанням зазначеного показника. Визначення характерних елементів всіх кластерів і класів є завданням етапу навчання алгоритму розпізнавання. Характерні елементи кластерів розміщуються в просторі ознак в класах точок відповідно до їх конфігурації, що є передумовою урахування локальних особливостей кластерів в розміщенні вказаних характерних елементів і джерелом можливого підвищення результативності розпізнавання сигналів. Кластеризація множин сигналів класів, що розпізнаються є попереднім етапом обробки апріорних даних на етапі навчання алгоритму розпізнавання після перетворення сигналів навчальної вибірки в характеристики їх форми. Наводяться результати попередніх досліджень розглянутого підходу для задачі, що розглядається. Обсяг вибірки – 86 реалізацій для згаданих типів QRS-комплексів, взятих з півгодинного запису ЕКГ пацієнта. Зміна результативності розпізнавання сигналів при введенні кластеризації навчальних множин сигналів контролюється за часткою правильних рішень у відсотках на всій навчальній вибірці.

Список літератури

1. Шачиков А. Д., Шелофаст В. А., Шуляк А. П., «Модификации процедур отбора признаков циклических медико-биологических сигналов для их распознавания» // Вісник НТУУ «КПІ». № 53 – 2017. – с. 103 - 109.
2. Дюк В., Эмануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.: ил.
3. PhysioNet. St.-Petersburg Institute of Cardiological Technics 12-lead Arrhythmia Database. <http://physionet.org/physiobank/database/incartdb>.